



## **Analisa Pengaruh Variasi Arus Pengelasan SMAW Pada Pipa Baja karbon ASTM A106 Terhadap Sifat Mekanik**

**Rian Ardy Triansyah, M Haekal Seputro Adam, Ichlas Wahid**

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

Jalan Semolowaru No. 45 Surabaya 60118, Tel. 031-5931800, Indonesia

email: [ardyrrian97@gmail.com](mailto:ardyrrian97@gmail.com)

### **ABSTRAK**

Pengelasan adalah suatu proses penyambungan dua logam atau lebih dimana logam-logam tersebut menyatu oleh panas pengelasan Dengan atau tanpa tekanan dan Dengan atau tanpa logam pengisi. Dalam dunia industri migas, material Seamless Pipe atau ASTM A106 berfungsi sebagai sarana penyaluran aliran migas dari kilang ke tangki penyimpanan akhir untuk menjadi migas yang siap jual ke pasar. Di dalam pipa, pipa harus tahan terhadap tekanan tinggi dan suhu tinggi, jika tidak pipa tidak bisa digunakan secara maksimal dan menyebabkan kecelakaan kerja. Kajian ini bertujuan untuk (1) Menganalisis pengaruh variasi arus pengelasan SMAW terhadap kekerasan pipa baja karbon ASTM A106 (2) Menganalisis pengaruh variasi arus pengelasan SMAW terhadap sifat mekanik kekuatan dampak pada pipa baja karbon ASTM A106 (3) Menganalisis pengaruh variasi arus pengelasan SMAW terhadap sifat mekanik kekuatan tarik pada pipa baja karbon ASTM A106. Dalam penelitian ini menggunakan material pipa baja karbon ASTM A106 dengan diameter 6 inch dan tebal 8 mm. proses pengelasan menggunakan las SMAW dengan posisi 6G dan Elektroda LB-E7016. Penelitian ini menggunakan variasi arus pengelasan (60-70-80 A, 65-75-85 A, 70-80-90 A). Selanjutnya dilakukan pengujian Kekerasan, Dampak dan Tarik untuk mengetahui sifat mekanik material hasil dari pengaruh variasi arus pengelasan. Berdasarkan hasil penelitian, hasil uji kekerasan tertinggi terdapat pada varian (3) 70-80-90 A dengan nilai kekerasan 56,24 HRC dan hasil uji kekerasan tertinggi terdapat pada variabel body.(1) 60-70-80 A dengan nilai kekerasan 52,09 HRC. Untuk harga dampak tertinggi terletak pada variasi arus 60-70-80 A dengan harga dampak 5,14 J/mm<sup>2</sup>. Sedangkan harga dampak terendah terdapat pada variasi arus 70-80-90A yaitu sebesar 4,42 J/mm<sup>2</sup>. Untuk nilai kekuatan tarik tertinggi berada di variasi arus 60-70-80A sebesar 41,06 Kg/mm<sup>2</sup> dan nilai tarik terendah terletak pada variasi arus pengelasan 70-80-90 A sebesar 38,65 Kg/mm<sup>2</sup> Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pipa baja karbon ASTM A106 setelah di lakukan proses pengelasan dengan di beri variasi arus dapat merubah kekerasan, merubah Harga dampak dan menurunkan kekuatan tarik pada pipa baja karbon ASTM A106.

**Kata Kunci: Pipa Baja ASTM A106, Sifat Mekanik, Pengelasan SMAW**

**ABSTRACT**

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF VARIATION OF SMAW WELDING CURRENT ON ASTM A106 CARBON STEEL PIPE ON MECHANICAL PROPERTIES**

Welding is a process of joining two or more metals in which the metals will be fused as a result of the heat of welding with or without pressure and, with or without filler metal. In the world of the Oil and Gas Industry, Seamless Pipe material or ASTM A106 serves as a means of distributing oil and gas flows from refineries through processing to final storage tanks to become oil and gas that is ready to be marketed. In the pipeline, the pipe must be able to withstand high pressure and temperature, otherwise, the pipe will not be used properly and will cause work accidents. This study aims to (1) analyze the effect of variations of SMAW welding current on the hardness of ASTM A106 carbon steel pipe and (2) Analyze the effect of variations of SMAW welding current on the mechanical properties of impact strength on ASTM A106 carbon steel pipe (3) Analyze the effect of variations of SMAW welding current on mechanical properties of tensile strength in ASTM A106 carbon steel pipe. This study uses ASTM A106 carbon steel pipe material with a diameter of 6 inches and a thickness of 8 mm. welding process using SMAW welding with 6G position and LB-E7016 electrode. This research uses various welding currents (60-70-80 A, 65-75-85 A, 70-80-90 A). Furthermore, Hardness, Impact, and Tensile tests were carried out to determine the mechanical properties of the material resulting from the influence of variations in welding current. From the results of the study, the highest hardness test results were found in variation (3) 70-80-90 A with a hardness value of 56.24 HRC, and the lowest hardness test results were found in variation (1) 60-70-80 A with a hardness value of 52,09 HRC. The highest impact price lies in the variation of the current 60-70-80 A with an impact price of 5.14 J/ mm<sup>2</sup>. Meanwhile, the lowest impact value is found in the current variation of 70-80-90A, which is 4.42 J/mm<sup>2</sup>. The highest tensile value lies in the variation of the current 60-70-80A of 41.06 Kg/ mm<sup>2</sup> and the lowest tensile value lies in the variation of the welding current of 70-80-90 A of 38.65 Kg/ mm<sup>2</sup>. The results show that the carbon steel pipe ASTM A106 after the welding process is carried out by being given a variation of the current can change the hardness, change the impact price and reduce the tensile strength of the ASTM A106 carbon steel pipe.

**Keywords:** ASTM A106 Steel Pipe, Mechanical Properties, SMAW. Welding

**PENDAHULUAN**

Dunia Industri Gas dan Minyak, Material pipa *Seamless* atau ASTM A106 digunakan sebagai sarana penyaluran gas dan minyak dari kilang hingga proses pengolahan sampai tangki penyimpanan akhir untuk siap dipasarkan. Pada saluran pipa *Seamless* atau ASTM A106 harus mampu menahan tekanan dan suhu tinggi jika pipa tidak bisa digunakan dengan baik maka akan menimbulkan kecelakaan kerja.

Pengelasan ialah proses penyambungan dua logam atau lebih dimana logam-logam tersebut disambung dengan pengelasan panas, dengan atau tanpa pengaruh tekanan, dengan atau tanpa logam pengisi. Seperti yang

didefinisikan oleh Duetch Industrie Normen (DIN), pengelasan adalah ikatan metalurgi dengan sambungan logam atau paduan yang dibuat dalam keadaan cair. Dari definisi tersebut dapat dijelaskan bahwa pengelasan adalah penyambungan lokal beberapa logam dengan menggunakan energi panas (Wryosumarto, 2000).

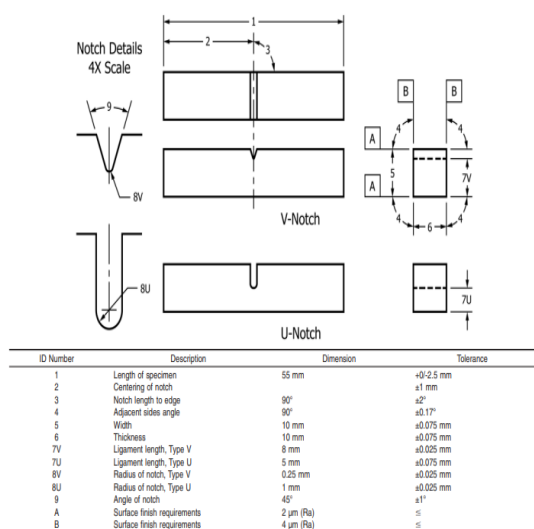
Posisi pengelasan, ada Macam-macam Posisi selama pengelasan, Posisi pengelasan atau sikap pengelasan menentukan posisi Bergeraknya elektroda las. Posisi las yang digunakan biasanya tergantung pada letak



adalah intan untuk logam yang keras dan bola baja untuk bahan lebih lunak. Beban atau gaya tekan bervariasi tergantung pada logam yang diuji. Nilai kekerasan didasarkan pada seberapa dalam lekukan yang terjadi. Nilai kekerasan metode *Rockwell* dibagi menjadi beberapa skala kekerasan, yaitu: *Rockwell Hardness A (HRA)*, *Rockwell Hardness B (HRB)*, *Rockwell Hardness C (HRC)*. Untuk pengujian kekerasan diperiksa pada bagian *Welded Metal*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan pada logam yang akan di las, karena logam yang akan dilas menerima arus las yang berbeda, untuk memudahkan dalam analisis hasil uji kekerasan.

### Pengujian Impact

Uji impact adalah uji yang mengukur kemampuan material untuk menahan beban tiba-tiba. Maka ini adalah perbedaan uji impact dengan uji kekuatan tarik dan uji kekerasan. Pengujian impact adalah upaya untuk mensimulasikan kondisi operasi material yang biasa ditemui pada peralatan transportasi atau konstruksi, dimana pemuatan tidak selalu lambat tetapi tiba-tiba.

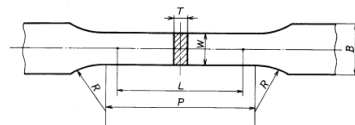


Gambar 3. Dimensi spesimen uji impact JIZ Z2202

### Pengujian Tarik

Uji tarik dimaksudkan untuk mengetahui kekuatan tarik dari benda yang diuji. Uji tarik zona las adalah untuk menentukan kekuatan las dengan nilai yang sama, lebih rendah atau lebih tinggi dari bahan baku. Pengujian tarik untuk mengetahui kualitas tarik bertujuan untuk mengetahui nilai-nilai tertentu dari kekuatan tariknya dan letak putusnya pada las. Beban tarik adalah beban yang ditransfer ke suatu benda dengan menerapkan tarikan dalam arah yang berlawanan ke salah satu ujung benda.

j) No. 13 test piece The form and dimensions of No. 13 test piece shall conform to Fig. 10.

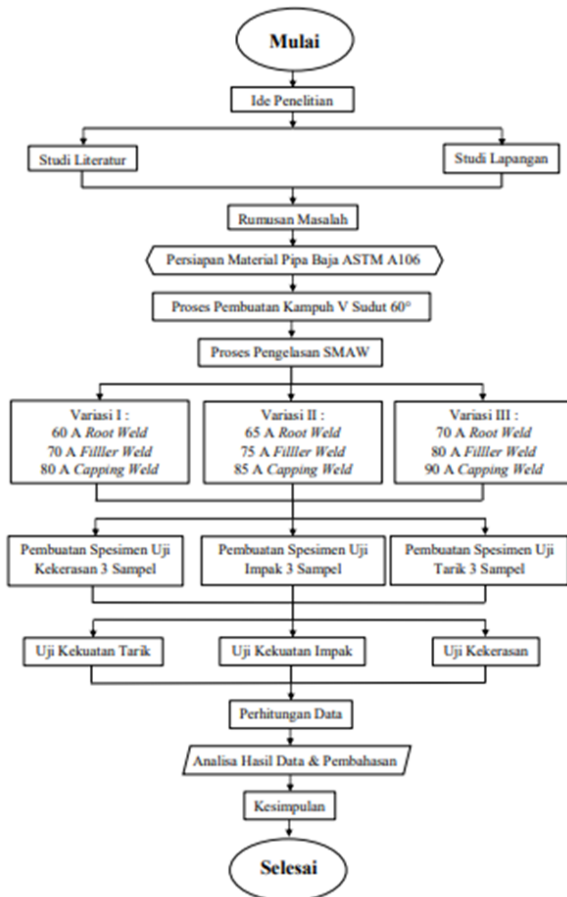


Unit : mm						
Type of test piece	Width <i>W</i>	Gauge length <i>L</i>	Parallel length <i>P</i>	Radius of fillet <i>R</i>	Thickness <i>T</i>	Width of gripped portion <i>B</i>
13A	20	80	120 approx.	20 to 30	Thickness of material	—
13B	12.5	50	60 approx.	20 to 30	Thickness of material	20 min.

Fig. 10 No. 13 test piece

Gambar 4. Dimensi spesimen uji Tarik JIZ Z2201

## METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 5. Diagram alir Penelitian

## PROSEDUR EKSPERIMEN

### Alat dan Bahan

#### Alat :

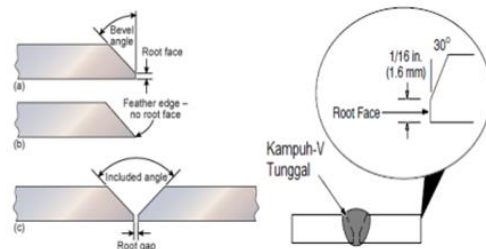
1. Mesin las SMAW
2. Gerinda
3. Gergaji
4. Mesin Uji Kekerasan
5. Mesin Uji Impact
6. Mesin Uji Tarik

#### Bahan:

1. Raw material Pipa Baja Karbon ASTM A106
2. Elektroda LB E-7016
3. Sikat baja
4. Palu
5. Kacamata Las
6. Sarung Tangan

### Pembuatan Kampuh las

Pengujian dilakukan dengan pemotongan material terlebih dahulu kemudian membuat Kampuh V 60° dengan mesin Bubut.



Gambar 6. dimensi kampuh V 60°



Gambar 7. Spesimen stelah pembuatan kampuh V

### Proses pengelasan SMAW

- Mempersiapkan Pipa Baja Karbon ASTM A106
- Mempersiapkan mesin las SMAW dan elektroda E-7016 Ø 2,6
- Mengatur arus yang sudah di tentukan sebelumnya
- Mengatur posisi pengelasan 6G
- Melaksanakan proses Pengelasan lapisan 1 yaitu *root weld*
- Pengelasan lapisan ke dua yaitu *Hot pass*
- Pengelasan lapisan ke tiga yaitu *capping weld*
- Sa'at melakukan Pengelasan tiap Lapis, menggunakan pendinginan dengan media udara dan melakukan pembersihan kerak atau *slag*

*Pembuatan specimen uji*

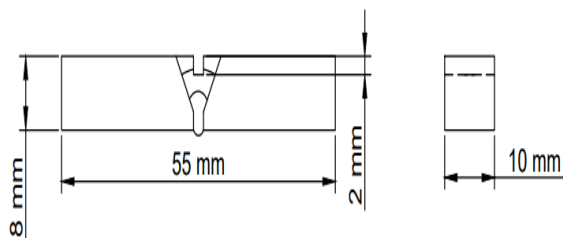
Pembentukan spesimen uji *impact* dengan dimensi panjang 55 mm lebar 10 mm dan Tinggi 8 mm menggunakan gerinda. dengan total keseluruhan spesimen uji 9 buah. Spesimen uji kekerasan 9 buah untuk spesimen uji Kekerasan Rockwell C. kemudian untuk spesimen Uji Tarik 9 buah.

*Proses uji kekerasan*

Uji kekekrasan Rockwell menggunakan skala C (HRC) dengan menggunakan indentor kerucut intan yang memiliki sudut 120° dan beban tital dari pengujian kekerasan adalah 150 kgf. Spesimen uji kekerasan berjumlah 9 buah, ujikekerasn di fokuskan pada daerah weld metal.

*Pengujian impact*

Spesimen Pengujian *impact* berjumlah 9 buah dengan rincian 3 buah untuk variasi arus 60-70-80 A 3 buah utnuK Variasi arus 65-75-85 A dan 3 Buah untuk variasi arus 70-80-90 A. Uji *impact* menggunakan metode *charpy*. Sebelum melakukan pengujian *Impact* Pastikan jarum penujuk di angka nol pada saat bandul menggantung bebas kemudian meletakan benda uji diatas mesin uji *impact* dan memastikan bandul menghantam bagian tengah takik an Menaikan bandul secara perlahan sampai posisi jarum penujuk sudut menunjukkan sudut awal yaitu 110°. dalam hal ini bandul harus terkunci Kemudian lepaskan pengunci, sehingga bandul akan menghantam benda uji dan mematahkan nya. sesudah benda uji patah, setelah itu melakukan pengamatan dan membuat data tertulis.



Gambar 8. Dimensi Uji *impact*

*Pengujian Tarik*

Spesimen pengujian Tarik berjumlah 9 buah. dengan rician 3 bauh untuk variasi aru 60-70-80, 3 buah untuk variasi arus 65-75-85 A dan 3 buah untuk variasi arus 70-80-90 A. sebelum melakukan pengujian Tarik siapkan spesimen yang akan di uji, posisikan benda di mesin uji dan apit kedua ujung batang pada posisi melintang, Siapkan kertas millimeter untuk di pasang pada mesin uji, atur skala beban yang sudah di tentukan, penarikan di mulai dari beban terkecil yaitu nol dengan penambahan beban secara perlahan dan merata sehingga tidak terjadi beban kaget selama penarikan berlangsung, terjadi pemanjangan dan penciutan specimen hingga putus, hasil dari proses uji dapat dilihat dari kertas milimeter yang telah di pasang di dalam plotter mesin yang berbentuk grafik, serta petunjuk beban maksimal pada mesin, Catat skala mesin pada mesin tarik, tunggu hingga material putus.

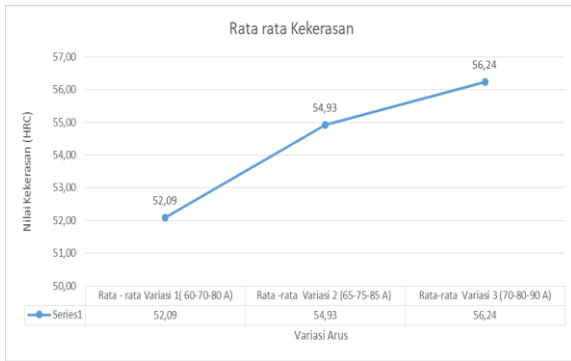
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil pegujian Kekerasan Rockwel**

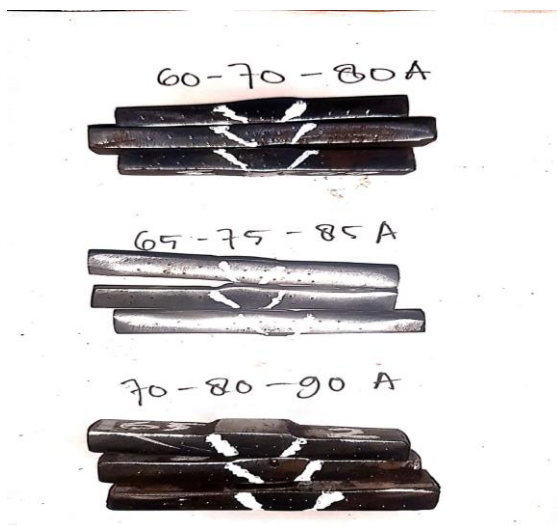
Table 1. Data hasil uji Kekerasan

Spesimen	Rata rata per specimen (HRC)	Rata rata (HRC)
60-70-80 A	50,78	52,09
	52,17	
	53,33	
65-75-85 A	53,58	54,92
	55,12	
	56,08	
70-80-90 A	55,31	56,23
	55,77	
	57,63	

Berdasarkan hasil uji kekerasan yang di peroleh dan di perhitungkan seperti pada tabel diatas, berikut adalah merupakan grafik perbandingan nilai rata-ratkekerasan.



Gambar 9. Grafik perbandingan nilai rata-rata kekerasan



Gambar 10. Hasil pengujian kekerasan

Dari Grafik yang telah di bandingkan diatas mendapatkan data bahwa di setiap variasi 60-70-80 A, 65-75-85 A dan 70-80-90 A mempunyai pengaruh kekerasan pada hasil las, di buktikan dengan hasil HRC yang berbeda terlihat dari bagian keseluruhan las. Nilai rata-rata kekerasan dari variasi arus 60-70-80 A yang di peroleh adalah sebesar 52,09 HRC, dan nilai kekerasan tertinggi di dapat pada variasi arus 70-80-90 A yaitu sebesar 56,24 HRC sedangkan di variasi arus 65-75-85 A sebesar 54,91 HRC.

Dari hasil rata-rata dan diagram diatas bahwa semakin tinggi variasi arus yang digunakan maka nilai kekerasan akan semakin tinggi. dari grafik diatas pada variasi 3 nilai kekerasan lebih Besar dari pada Variasi 1 di krenakan Suhu panas yang besar terhadap suatu logam induk Pipa, maka di simpulkan bahwa dimana matrial dengan arus

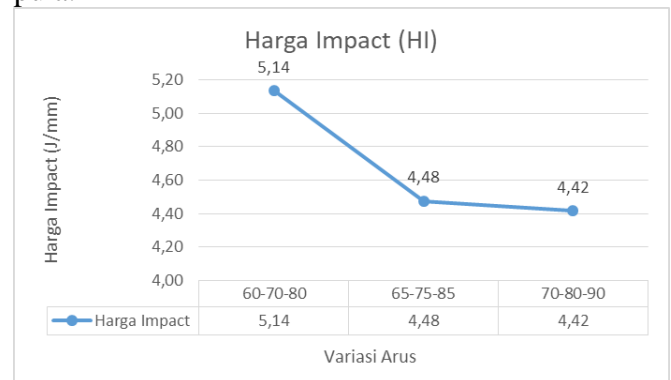
kecil kekerasan akan menurun akibat panas yang masuk (*Heat input*) rendah akan membuat matrial tersebut menjadi lebih ulet.

**Hasil Pengujian Impact**

Table 2. Data hasil uji impact

Bahan	Variasi arus Pengelasan	T (C°)	a (mm)	b (mm)	A mm²	sudut U <sub>1</sub>	sudut U <sub>2</sub>	Energi (J)	Harga impact (HI)	Rata-rata
Pipa Baja ASTM A106	60-70-80	30°	6	8	48	110	31	229,88	4,79	5,14
		30°	6	8	48	110	12	253,07	5,27	
		30°	6	8	48	110	4	256,79	5,35	
	65-75-85	30°	6	8	48	110	0	257,26	5,36	4,48
		30°	6	8	48	110	65	146,58	3,05	
		30°	6	8	48	110	24	240,69	5,01	
	70-80-90	30°	6	8	48	110	31,5	229,88	4,79	4,42
		30°	6	8	48	110	13	252,35	5,26	
		30°	6	8	48	110	52	153,59	3,20	

Dari hasil pegujian yang sudah di lakukan, diperoleh pada pengelasan pipa baja karbon ASTM A106 yang menggunakan variasi arus 70-80-90 A memiliki nilai rata-rata kekeuatan impact terkecil. Dalam hal ini di karenakan penggunaan arus yang besar akan mempengaruhi *heat input* yang besar pula.



Gambar 11. Grafik perbandingan Harga impact



Gambar 12. Hasil uji impact

Dari Grafik perbandingan pengujian impact di atas, menunjukkan semakin rendah variasi arus pengealsan akan menaikkan harga *impact* dimana semakin tinggi harga *impact*

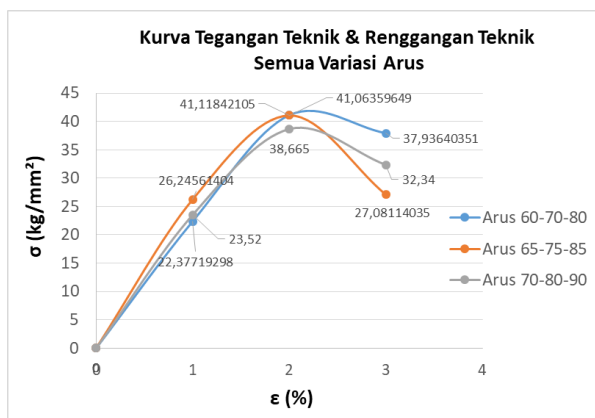
maka akan menaikkan sifat ketangguhan matrial. Harga impact tetinggi terdapat pada variasi aruss 60-70-80 A yaitu sebesar 5,14J/mm<sup>2</sup>, dan Harga impact terendah terdapat pad varisai arus 70-80-90 A yaitu sbesar 4,42 J/mm<sup>2</sup> dan Harga impact pada variasi arus 65-75-85 A sebesar 4,48 J/mm<sup>2</sup> Dapat di simpulkan bahwa adanya variasi arus pengelasan akan menyebabkan perubahan sifat mekanik suatu material, dimana semakin menurun variasi arus pengelasnya material akan semakin tangguh material tersebut, sebaliknya semakin tinggi variasi arus pengelasan akan menurunkan sifat ketangguhan material pada pipa baja karbon ASTM A106.

### Hasil Pengujian Tarik

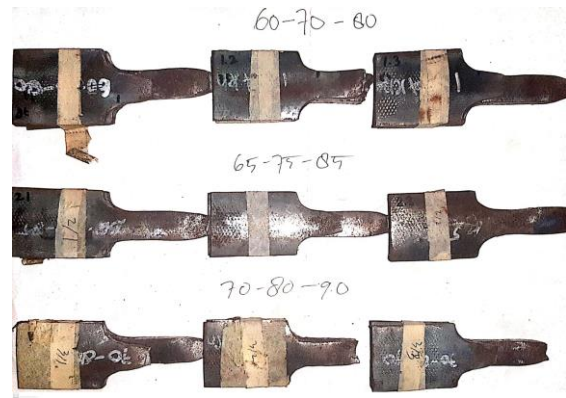
Table 3. Data hasil uji tarik

Variasi arus	Specimen	Tegangan luluh kg/mm <sup>2</sup>	Tegangan maksimal kg/mm <sup>2</sup>	Tegangan putus kg/mm <sup>2</sup>
60-70-80 A	1	22,38	41,12	37,94
65-75-85 A	2	26,25	41,06	27,08
70-80-90 A	3	23,52	38,65	32,34

Berdasarkan hasil uji Tarik yang di peroleh dan di perhitungkan seperti tabel diatas berikut adalah grafik perbandingan kekuatan tarik.



Gambar 13. Grafik hasil pengujian tarik



Gambar 14. Hasil uji tarik

Dari Tabel hasil uji tarik Dan Grafik di atas dapat diketahui nilai tarik Pipa baja karbon ASTM A106 setelah dilakukan proses pengelasan dengan variasi arus yang berbe da mendapatkan kekuatan Tarik yang berbeda pula, kekuatan Tarik terbesar diperoleh pada variasi arus 60-70-80 A yaitu 41,12 kg/mm<sup>2</sup>. Nilai pengujian tarik terbesar sesudah proses pengelasan terdapat pada variasi arus 65-75-85 A dengan nilai uji tarik sebesar 41,06 kg/mm<sup>2</sup>. untuk nilai uji tarik terendah setelah pengelasan terdapat pada variasi arus 70-80-90 A yaitu 38,65 kg/mm<sup>2</sup>. Dalam hal ini menunjukkan bahwa ada perbedaan nilai kekuatan tarik terhadap pipa baja karbon ASTM A106 setelah dilakukan pengelasan dengan variasi arus yang berbeda.

Variasi arus pengelasan mempunyai pengaruh pada hasil kekuatan tarik, dari grafik diatas variasi arus pengelasan 60-70-80 A lebih besar kekuatan tariknya dari pada variasi arus pengelasan 65-75-85 A dan 70-80-90 A. pada pengelasan dengan variasi arus 60-70-80 A mempunyai ke stabilan yang baik untuk pengelasan suatu material menyebabkan kekuatan tarik variasi arus pengelasan 60-70-80 A lebih besar.



## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil analisis diatas data berpengaruh sesudah perubahan variasi arus pengelasan pada Pipa baja karbon ASTM A106, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Dari hasil penelitian dapat di simpulkan bahwa Proses pengelasan dengan variasi arus yang berbeda dapat berpengaruh pada sifat kekerasan pada material Pipa Baja Karbon A106. Hal ini di tunjukan hasil pengujian kekerasan dimana nilai rata-rata kekerasan tertinggi di dapat oleh variasi arus 70-80-90 A yaitu sebesar 56,24 HRC, sedangkan nilai kekerasan terendah terdapat pada variasi 60-70-80 A yaitu sebesar 52,09 HRC. Dapat di simpulkan bahwa peningkatan variasi arus pengelasan akan meningkatkan sifat kekerasan matrial sesudah pengelasan.
2. Dari hasil uji impact, menunjukkan semakin rendah variasi arus pengealsan akan menaikkan harga *impact* dimana semakin tinggi harga impact maka akan menaikkan sifat ketangguhan matrial tersebut. Harga impact tetinggi terdapat pada variasi aruss 60-70-80 A yaitu sebesar 5,14J/mm<sup>2</sup> , dan Harga impact terendah terdapat pad varisai arus 70-80-90 A yaitu sbesar 4,42 J/mm<sup>2</sup> Dapat di simpulkan bahwa adanya variasi arus pengelasan akan menyebabkan perubahan sifat mekanik suatu material, dimana semakin menurun variasi arus pengelasnya material akan semakin tangguh material tersebut, sebaliknya semakin tinggi variasi arus pengelasan akan menurunkan sifat ketangguhan material pada pipa baja karbon ASTM A106.
3. Dari hasil pengujian tarik, dapat di simpulkan pada pengujian tarik ini kekuatan tarik terbesar di dapat pada variasi arus 60-70-80 A yaitu sebesar 41,12 kg/mm<sup>2</sup> sedangkan variasi arus 65-

75-85 A mendaptkan nilai kekuatan tarik sebesar 41,06. Pada variasi arus 70-80-90 A mendapatkan kekuatan tarik lebih rendah yaitu sebesar 38,65 kg/mm<sup>2</sup>. Dapat di simpulkan bahwa semakin rendahnya variasi arus pengelasan akan mendapatkan kekuatan tarik terbesar. Dan semakin tinngginya variasi arus pengelasan akan semakin rendah kekuatan tariknya.

### Saran

1. Untuk penelitian selanjutnya gunakan perlakuan PWHT / PREHEAT untuk menghilangkan tegangan sisa dan meminimalisi terjadinya *Crack*.
2. Pada sa'at proses pengelasan harus memperhatikan parameter lainnya seperti kecepatan las dan lain-lain karena akan mempengaruhi sifat mekanis bahan dan hasil las

### DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah Nur Khalifah, Y. (2021). *Pengaruh Variasi Arus pengelasan SMAW Pada Refenery Pipe ASTM A106 Grade B terhadap kekuatan Impak dan kekerasan . JTM. Volume 9 No2 , 37-44.*
- American Piping Products | Steel Pipe Supply. (2019, June 18). *American Piping Products. . (n.d.)*
- Association, Japnese Standart. (1998). *Japanese Industrial Standart JIS Z 2201 Tensile Test For Metalic Material (Vol. JIS Z 2202)*. Japan: Japanese Industrial Standart.
- Assosiation, J. S. (1980). *Japanese Industrial Standart Test Pieces for Impact Test For Metalic Material Z 2202*. Japan: Japanes Industrial Standart.
- Harsono W, O. (2000). *Teknologi pengelasan logam*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.

ASME SECTION IX, A. S. (2017). *Boiler and Pressure Vessel Code An International Code*. New York Amerika: The American Society of Mechanical Engginers.

MIGAS, P. (2016). *Pelatihan Juru Las . Cepu*.

Palgunadhi, H. (2017). ANALISIS PENGARUH SUHU PREHEATING PADA PENGELASAN BAJA KARBON DAFTAR SEDANG (ASTM A53) TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN KETAHANAN KOROSI WELD JOINT PADA LINGKUNGAN LAUT. *ITS Surabaya .*